

تعیین زمان آبیاری لوبیا چیتی براساس آتمومتر نوع پیچ و تطبیق آن با پتانسیل آب در برگ

مهرداد مخلوچی، مهدی کریمی و سید فرهاد موسوی

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، دانشیار سابق گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و استاد گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۷/۷

خلاصه

به منظور تعیین زمان آبیاری لوبیا چیتی و اثر تاریخ کاشت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شروان از توابع فلاورجان به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی به سه تیمار آبیاری T₁ تا T₃ (آبیاری پس از ۳±۵، ۳±۷ و ۳±۹ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A) و کرت‌های فرعی به دو تاریخ کاشت هفتم خرداد و هفتم تیر اختصاص یافت. برای اندازه‌گیری میزان تبخیر، علاوه بر طشت تبخیر کلاس A، از آتمومتر نوع پیچ نیز استفاده گردید. پتانسیل آب برگ نیز قبل از طلوع و در ظهر خورشیدی روز قبل از آبیاری با استفاده از کپسول فشاری اندازه‌گیری شد. علاوه بر آن، اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ در ساعات مختلف از طلوع تا طلوع روز قبل از آبیاری در مراحل مختلف نمو انجام گردید. در پایان فصل رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری و شاخص برداشت محاسبه شد. رابطه میزان تبخیر از آتمومتر و طشت تبخیر با ضریب تشخیص حدود ۸۲ درصد به صورت $E_{pan} = 3/1 (1 + E_a)$ به دست آمد که براساس آن ۷۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A معادل ۲۱/۶ سانتی متر تبخیر از آتمومتر گردید. پتانسیل آب برگ در طلوع و ظهر خورشیدی روز قبل از هر آبیاری نیز به ترتیب حدود ۰/۵- و ۱/۷۵- مگاپاسکال بود. تفاوت عملکرد دانه در دو تیمار آبیاری T₁ و T₂ (به ترتیب ۳۵۸۵/۱ و ۳۵۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) معنی دار نگردید. تیمار T₃ با ۱۹۲۵/۸ کیلوگرم در هکتار دانه، کمترین عملکرد را داشت. از این نظر آبیاری پس از حدود ۷۰ میلی متر تبخیر بهترین زمان آبیاری تشخیص داده شد. همچنین تأخیر در کاشت از هفتم خرداد به هفتم تیر باعث افت عملکرد دانه لوبیا از ۳/۳۵۳۰ به ۱/۲۴۸۴ کیلوگرم در هکتار گردید. شاخص برداشت در تیمارهای T₁ تا T₃ به ترتیب ۴۵/۵، ۴۱ و ۳۷ درصد به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: درجه، روز رشد، عملکرد بیولوژیک، طشت تبخیر، پتانسیل آب در برگ

مقدمه

درصد بقیه صرف تعرق می شود و اولین اثر تنش آب افزایش مقاومت و بسته شدن شکاف روزنه‌های می باشد (۹). میزان فتوسنتز و رشد گیاه تابع پتانسیل آب در برگ می باشد. تفاوت پتانسیل آب برگ و خاک مهمترین عامل جذب آب است و همزمان با پایین رفتن درصد رطوبت خاک، پتانسیل آب در برگ نیز پایین رفته و نیروی

آب به دلیل اهمیت وظایفی که در فرآیندهای حیاتی دارد در بیشتر مناطق مهمترین عامل محدود کننده عملکرد است و نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد (۸). آب یکی از مواد مؤثر در فرآیند فتوسنتز است، لیکن فقط ۱/۰ درصد آن صرف فتوسنتز و ۹۹

پتانسیل آب در برگ می باشد.

مواد و روشها

به منظور تعیین زمان مناسب آبیاری لوبیا چیتی (لایین آزمایشی ۱۱۸۱۶) براساس آتمومتر نوع پیچ و تطبیق آن با پتانسیل آب در برگ، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در شروان از توابع فلاورجان انجام گرفت. بافت خاک محل آزمایش در عمق توسعه ریشه (۳۰ سانتیمتر) لوم رسی و از سری خاکهای لنجان با داشتن ۲۲، ۳۸ و ۴۰ درصد شن، سیلت و رس بود. جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۲۶ گرم بر سانتیمتر مکعب و ظرفیت زراعی خاک حدود ۲۹ درصد وزنی می باشد. اسیدیته خاک حدود ۷/۳ و میزان ازت، فسفر و پتاسیم قابل دسترس تا عمق ۳۰ سانتیمتر به ترتیب ۴۵، ۸۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۷۳ دسی زیمنس بر متر است.

طرح آزمایشی مورد استفاده، کرت‌های خرد شده و در قالب بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار بود که در آن سه تیمار آبیاری T_۱ تا T_۳ (به ترتیب آبیاری پس از ۳±۵، ۳±۷ و ۳±۹ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A) به عنوان فاکتور اصلی و تاریخ کاشت در دو سطح (۷ خرداد و ۷ تیر) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری، بعد از تنک کردن و ابتدای مرحله چهار گره‌ای (V_۴) اجرا گردید. برای تشخیص زمان آبیاری، هر روز در ساعت ۱۸:۳۰ مقدار تبخیر از طشت تبخیر کلاس A اندازه‌گیری شد و آبیاری پس از رسیدن مقدار تبخیر به حد مورد نظر، در صبح زود انجام گردید.

برای اندازه‌گیری پارامترهای جوی، اقدام به ایجاد یک ایستگاه هواشناسی در مزرعه و در کنار کرت‌های آزمایشی گردید. دماسنج‌های حداکثر جیوه‌ای، حداقل الکلی و دماسنج تر و معمولی به همراه آتمومتر در پناهگاه چوبی در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین قرار داده شد. از دماهای حداکثر و حداقل جهت تعیین درجه - روز رشد (GDD)^۳ در طول دوره رشد طبق رابطه زیر استفاده به عمل آمد:

$$GDD = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b \quad (1)$$

لازم برای انتقال آب تأمین می‌گردد. فتوسنتز با پایین رفتن پتانسیل آب در برگ کاهش می‌یابد و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، رشد متوقف می‌گردد. چنانچه کاهش پتانسیل آب ادامه یابد پژمردگی دائم و مرگ گیاه را به دنبال خواهد داشت (۷). از آن جایی که رشد گیاه با تنش آب در آن به طور مستقیم و نیز با تنش آب در خاک به طور غیر مستقیم کنترل می‌شود، اندازه‌گیری و کنترل رطوبت گیاه و خاک برای بالا بردن عملکرد و نیز بازده آبیاری محصولات زراعی الزامی است. اندازه‌گیری پتانسیل آب گیاه از بهترین روشها برای سنجش رطوبت گیاه می‌باشد (۱۰).

اندازه‌گیری تبخیر یا برآورد مقدار آن، نه تنها به عنوان یک عامل هواشناسی بلکه به عنوان یک عامل اصلی بیلان آبی در یک منطقه بوده و شناخت نیاز آبی مزرعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای تخمین تبخیر از سطح آزاد آب و یا تبخیر و تعرق در سطح مزرعه روشهای متعددی وجود دارد. چون روشهای تجربی نوسانات کوتاه مدت تبخیر و تعرق را نشان می‌دهند باید از روش بهتری استفاده کرد. لذا باید به دنبال روشهایی بود که به پارامترهای متعدد اقلیمی نیازی نداشته باشد (۱۱). خدامبایشی و همکاران (۴)، توکلی (۳)، خواجویی نژاد (۶) و زینلی (۸) از طشت تبخیر کلاس A به ترتیب در آبیاری سویا، ذرت، لوبیا سفید و لوبیا چیتی استفاده نمودند. به علت معایبی که در این نوع طشت تبخیر وجود دارد (هزینه زیاد، دشواری در اندازه‌گیری دقیق، عدم رعایت شرایط استاندارد در اکثر طشت‌ها، استفاده پرندگان و حیوانات از آب طشت و خطای اندازه‌گیری بارندگی مؤثر) می‌توان در تخمین زمان آبیاری از آتمومتر (تبخیر سنج) نیز استفاده کرد. با وجود معایب فوق، هنوز طشت تبخیر کاربرد زیادی دارد. آتمومتر، به همراه سایر وسایل، در پناهگاه چوبی درون ایستگاه‌های هواشناسی نصب می‌شود.

هدف این تحقیق، تخمین زمان آبیاری لوبیا چیتی (لایین آزمایشی ۱۱۸۱۶) براساس آتمومتر نوع پیچ^۲ است. به همین دلیل، آبیاری براساس طشت تبخیر انجام شد ولی تبخیر از آتمومتر و پتانسیل آب در برگ نیز یادداشت شد. اهداف دیگر این آزمایش، به دست آوردن رابطه مناسب بین تبخیر از طشت تبخیر و آتمومتر، توصیه آتمومتر برای تعیین میزان تبخیر و تطبیق نتایج آزمایش با

۳- تشعشع تاییده بر جدار و تنه ظرف، باعث افزایش مقدار تبخیر نسبت به سطح آزاد آب می شود.

۴- احتیاج به آب مقطر فراوان برای پر کردن ظرف است (در فصل رشد، به طور متوسط باید روزی ۱۰ لیتر آب به طشت اضافه شود). استفاده از آب مقطر حالت ایده آل است و معمولاً از آب شیر در طشت استفاده می شود.

۵- استفاده از آب طشت توسط حیوانات و پرندگان. اگر چه این مورد با گذاشتن توری فلزی قابل کنترل است اما میزان تبخیر افزایش می یابد.

به دلیل معایب طشت تبخیر، می توان از آتمومتر (تبخیر سنج) استفاده کرد که این معایب را نداشته، کار اندازه گیری تبخیر و تعیین زمان آبیاری آسان تر می شود و علاوه بر کوچک، ارزان و ساده بودن، احتیاج به آب کم دارد، در مطالعات میکروکلیماتولوژی بسیار مفید بوده و تعداد زیادی از آنها در یک منطقه کوچک قابل استفاده است (۵، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).

مهمترین نوع آتمومتر، پیچ است. از آتمومترهای پیچ با کاغذ خشک کن و سفالی در این آزمایش استفاده شد. به علت این که کاغذ خشک کن دوام ندارد و زود از بین می رود، کثیف می شود و میزان تبخیر از سطح آن زیاد است، آتمومتری طراحی شد که در آن سفال متخلخل دارای قطر ۳/۲ سانتیمتر، ضخامت سطح جانبی ۵ میلی متر و مساحت کل (سطح جانبی با مقطع دایره ای) ۱۲ سانتیمتر مربع بود. لازم به ذکر است که به دلیل رایج نبودن آتمومتر در ایران، کلیه قسمتهای آن از قبیل لوله شیشه ای به طول ۳۲/۵ سانتیمتر، قطر داخلی ۱۱ میلی متر و سفال متخلخل و فنرهای نصب شده در آتمومترهای با کاغذ خشک کن در اصفهان ساخته شد. این آتمومتر درون پناهگاه چوبی قرار داده شد و به همراه طشت تبخیر کلاس A، هر روز در ساعت ۱۸:۳۰ آمار برداری شد.

برای تعیین عملکرد اقتصادی^۲، عملکرد بیولوژیک^۳ و شاخص برداشت^۴ لوبیا چیتی، شش ردیف به طول یک متر از وسط هر کرت آزمایشی با حذف حاشیه برداشت شد و عملکرد بر حسب ۱۴ درصد رطوبت محاسبه گردید. در پایان، نتایج حاصل از عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگینها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

که:

GDD = درجه - روز رشد پس از سبز شدن

T_{max} = حداکثر درجه حرارت روزانه، سانتی گراد

T_{min} = حداقل درجه حرارت روزانه، سانتی گراد

T_b = درجه حرارت پایه^۱

ضمناً درجه حرارت حداکثر برای رشد لوبیا چیتی ۳۰ درجه سانتی گراد و حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد.

برای تعیین مراحل نمو لوبیا چیتی از تقسیم بندی فهر و کاوینس (۲۱) استفاده شد. پتانسیل آب در برگ توسط کپسول فشاری اندازه گیری شد. برای این منظور، از بالاترین برگ وسطی استفاده شد. در هر کرت، چهار برگ کامل انتخاب گردید و از ناحیه دمبرگ قطع و در محفظه دستگاه قرار داده شد. سپس با اعمال فشار تدریجی هوا در دستگاه، قطرات آب از آوند چوبی خارج می شد که با مشاهده آب به کمک عدسی مخصوص، فشار ایجاد شده در دستگاه ثبت می گردید. جهت تعیین روند پتانسیل آب در هر یک از تاریخهای کاشت و تیمارهای آبیاری، در مراحل سبز شدن تا R1، R1 تا R5 و R5 تا R8 از ۲۴ ساعت قبل از آبیاری (ساعت ۶ صبح) تا زمان آبیاری (ساعت ۶ صبح) و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری، پتانسیل آب به فاصله ۲ ساعت اندازه گیری شد (۴، ۲۴ و ۲۵). علاوه بر این، پتانسیل آب در طول فصل زراعی قبل از آبیاری و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری در طلوع و ظهر خورشیدی اندازه گیری شد. همزمان با تعیین پتانسیل آب در گیاه، برای تعیین پتانسیل آب در خاک، قبل از آبیاری از خاک نمونه گرفته شد و درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه گردید.

یکی از وسایل معمول در تعیین زمان آبیاری گیاهان، طشت تبخیر کلاس A است. ولی این وسیله دارای یک سری معایب می باشد. معایب طشت تبخیر عبارتند از:

۱- به دلیل مجاورت با سطح زمین، آب طشت به سهولت کثیف می شود.

۲- دقت زیاد برای حفظ شرایط مناسب زمین در اطراف طشت لازم است، چون علفهای بلند در اطراف طشت مانعی جهت تبخیر بوده و به نحو معنی داری سرعت باد و در نتیجه مقدار تبخیر را کاهش می دهند.

جدول ۱ - زمان وقوع مراحل نمو زایشی و رویشی لوبیاچیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶) برحسب درجه - روز رشد پس از سبز شدن

روز پس از ۹۰ درصد سبز شدن		روز پس از ۹۰ درصد سبز شدن		مراحل نمو
هفتم خرداد	هفتم تیر	هفتم خرداد	هفتم تیر	
۹۲	۹۷	۹	۸	مرحله تک گره‌ای (V _۱)
۱۴۷	۱۴۹	۱۴	۱۲	مرحله دو گره‌ای (V _۲)
۱۸۵	۱۸۹	۱۸	۱۵	مرحله سه گره‌ای (V _۳)
۲۴۰	۲۴۲	۲۳	۲۰	مرحله چهارگره‌ای (V _۴)
۳۲۰	۳۳۸	۳۲	۲۷	شروع تا انتهای گلدهی (R _۱ -R _۲)
۳۹۷	۴۱۷	۳۸	۳۳	شروع غلاف دهی (R _۳)
۴۶۴	۵۱۲	۴۳	۳۸	انتهای غلاف دهی (R _۴)
۵۸۱	۶۶۹	۵۶	۴۸	شروع دانه بستن (R _۵)
۷۵۲	۹۱۹	۷۷	۶۵	انتهای دانه بستن (R _۶)
۸۰۰	۹۶۹	۸۲	۷۰	ابتدای رسیدگی فیزیولوژیک (R _۷)
۹۵۶	۱۱۷۷	۱۰۳	۱۰۰	انتهای رسیدگی فیزیولوژیک (R _۸)

نتایج و بحث

الف) درجه - روز رشد

رشد و در تاریخ کاشت ۷ تیر حدود ۱۰ درجه - روز رشد دریافت کرد. آقامیری (۱) کل درجه - روز رشد لازم برای رسیدگی این ژنوتیپ را ۱۲۲۱ و زینلی (۸) برابر ۱۲۱۹ درجه - روز رشد به دست آورد.

ب) اثر آبیاری بر پتانسیل آب در برگ

نتایج محققین (۱۵ و ۲۳) نشان داده که حداکثر پتانسیل آب در برگ نزدیک طلوع و حداقل بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۵:۰۰ بوده و حداکثر و حداقل پتانسیل آب در برگ و خاک با هم ارتباط دارند. شکل های ۱ تا ۳ که آثار تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مراحل متفاوت رشد لوبیاچیتی را نشان می‌دهند مبین این مطلب می‌باشند که حداقل پتانسیل آب در برگ در ساعت ۱۴:۰۰ و حداکثر در نزدیک طلوع خورشید است. در تیمار آبیاری T_۱ معمولاً نسبت به تیمارهای آبیاری T_۲ و T_۳، پتانسیل آب برگ بیشتر است و منفی ترین

ارتباط میزان واحد گرمایی تجمعی و مراحل نمو زایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. با تأخیر در کاشت، طول دوره رسیدن به مرحله گلدهی کاهش یافت. این میزان در تاریخهای کاشت ۷ خرداد و ۷ تیر به ترتیب ۳۲ و ۲۷ روز پس از سبز شدن و دریافت ۳۳۸ و ۳۲۰ واحد گرمایی بود. در تاریخهای کاشت فوق، طول دوره رسیدن به R_۵ (شروع دانه بستن) به ترتیب ۵۶ و ۴۸ روز پس از سبز شدن و پس از دریافت ۶۶۹ و ۵۸۱ درجه - روز رشد بود. در تاریخ کاشت اول، لوبیاچیتی بعد از ۱۰۳ روز و دریافت ۱۱۷۷ درجه - روز رشد و در تاریخ کاشت دوم، پس از ۱۰۰ روز و ۹۵۶ درجه - روز رشد به رسیدگی فیزیولوژیک رسید. لوبیاچیتی مورد آزمایش در طی فصل رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در هر روز به طور متوسط در تاریخ کاشت هفتم خرداد ۱۲ درجه - روز

روزنه بتوانند آماس خود را تا حدود ۲/۲ - مگاپاسکال حفظ کنند. تغییر شیب منحنی های پتانسیل آب در گیاه نشان دهنده عکس العمل روزنه ها و بسته شدن آنهاست به طوری که در خاک خشک تر گیاهان سریع تر و در پتانسیل آب منفی تری به نقطه تنظیم روزنه ای می رسند و پس از آن به آرامی پتانسیل آب در آنها بیشتر می شود. این روند در تیمارهای مختلف آبیاری در مراحل مختلف رشد و نمو و در طول شبانه روز دیده می شود و حداکثر پتانسیل لحظه ای در تیمارهای مختلف آبیاری قبل از طلوع خورشید می باشد. استیلر (به نقل از ۱۹) گزارش کرد که تعادل بین سیستم آب و خاک و گیاه در طول شب برقرار می شود و حداکثر پتانسیل آب برگ منعکس کننده پتانسیل آب خاک است. گاندر و تانر (۲۲) معتقدند که بهبود پتانسیل آب برگ در شب در گیاهان تحت تنش نسبت به گیاهان خوب آبیاری شده، آهسته تر صورت می گیرد.

ج) پتانسیل آب برگ در مراحل مختلف نمو

باتوجه به شکلهای ۴ تا ۶، حداکثر پتانسیل آب در برگ در هر یک از تیمارهای آبیاری، در قبل از طلوع و حداقل آن در اواسط روز است. در تیمار T_۲، پتانسیل آب در برگ در روز قبل از آبیاری در مراحل نمو سبز شدن تا گلدھی (V_E تا R_۱)، گلدھی تا شروع تشکیل دانه (R_۱ تا R_۵) و تشکیل دانه تا رسیدگی (R_۵ تا R_۸) به ترتیب ۱/۸۵-، ۱/۷۴- و ۱/۶۷- مگاپاسکال می باشد. در تیمار T_۳، مقادیر فوق ۱/۹۸-، ۱/۸۴- و ۱/۸- مگاپاسکال به دست آمد. همانطور که مشخص است روند تغییرات یکسان است ولی زیاد شدن تنش رطوبتی سبب کاهش پتانسیل شده است. علاوه براین، هرچه مراحل نموی به طرف رسیدگی سوق می یابد پتانسیل آب در برگ افزایش می یابد. در هر صورت، افزایش پتانسیل آب، با پیشرفت مراحل نمو مشاهده می شود که علت آن می تواند خشک شدن ریشه ها و جذب آب کمتر و افزایش پتانسیل آب گیاه باشد. از طرفی، شیب پتانسیل بین برگ و خاک سبب جریان آب از خاک به اتمسفر می شود. براون و همکاران (۲۰) گزارش کردند که شیب پتانسیل آب بستگی به سرعت نسبی جذب آب از خاک و از دست دادن آن در برگها دارد و در آخر فصل رشد این سرعت جذب آب از خاک کم می شود و همراه با آن کاهش پتانسیل آب در گیاه را سبب می شود. بونانو و ماک (۱۶) گزارش کردند که در مرحله رشد رویشی تا قبل از گلدھی، تفاوت معنی داری بین

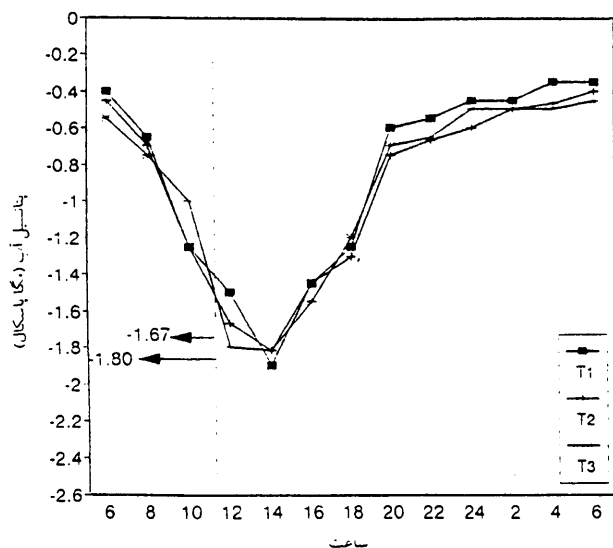
پتانسیل آب در برگ منطبق بر اواسط روز می باشد. این زمان موقعی است که کمبود فشار بخار آب بیشترین مقدار را دارا بوده و مقاومت انتشار در آن زمان زیاد است و سرعت تعرق برگها به علت تقاضای تبخیر برگها زیاد می شود. پتانسیل آب در برگ در تیمار تنش رطوبتی (T_۳) در اواسط روز (ساعت ۱۴:۰۰) در مرحله سبز شدن تا گلدھی بیشتر منفی است و در اواسط روز، پتانسیل آب در مرحله گلدھی تا انتهای غلاف دهی کامل و یا شروع تشکیل دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار T_۳ با تیمارهای دیگر آبیاری یکسان و یا کمتر منفی است.

نتایج مشابهی توسط بونانو و ماک (۱۶) گزارش شده است. آنها معتقدند که در شرایط تنش زیاد، هنگامی که تقاضای تبخیر زیاد است معمولاً پتانسیل آب در گیاه تنش دیده نسبت به گیاهان بدون تنش کمتر منفی است. آنها همچنین گزارش کردند که قبل از طلوع و در روزهای ابری، تقاضای تبخیر زیاد نیست و تفاوت پتانسیل آب در برگها زیاد نبوده و این تفاوتها، نشان دهنده پتانسیل آب خاک در تیمارهای مختلف آبیاری است.

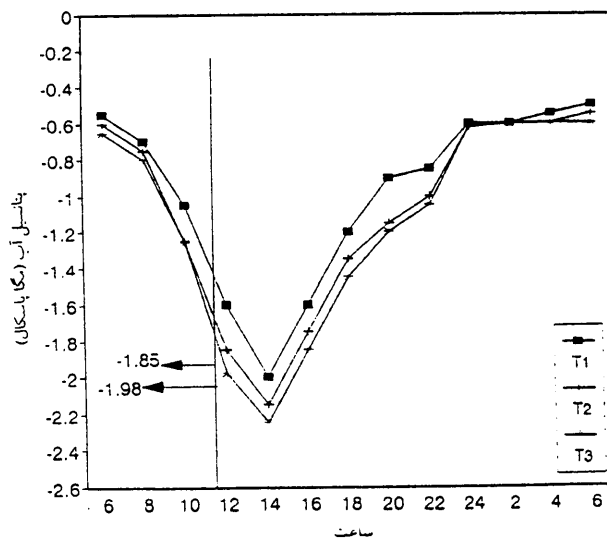
نقطه تنظیم روزنه ای در تیمارهای آبیاری T_۱، T_۲ و T_۳ متفاوت بوده و در گیاهان تنش دیده تنظیم روزنه ای در پتانسیل پایین تری انجام می شود. بویر (۱۸) گزارش کرد که در سویا و ذرت به ترتیب در پتانسیل ۱۱- و ۳/۵- بار آب برگ، خشکی اثر نداشته و سرعت فتوسنتز در پایین تر از آن کاهش می یابد. وی تفاوت در رفتار فتوسنتزی را به علت تفاوت در رفتار روزنه ها تا پتانسیل ۱۶- بار در سویا و ۱۰- بار در ذرت می داند و در پتانسیل های منفی تر، عوامل دیگری به اضافه بسته شدن روزنه ها، ممانعت کننده هستند.

در صورتی که قبل از آبیاری در ظهر خورشیدی به پتانسیل آب برگ توجه شود، در مرحله سبز شدن تا گلدھی به طور متوسط در تیمارهای آبیاری T_۲ و T_۳ پتانسیل آب در برگ حدود ۱/۸۵- و ۱/۹۸- مگاپاسکال، در مرحله گلدھی تا انتهای غلاف دهی کامل به ترتیب ۱/۷۴- و ۱/۸۴- مگاپاسکال و در مرحله تشکیل دانه تا رسیدگی به ترتیب ۱/۶۷- و ۱/۸۰- مگاپاسکال می باشد. این اعداد نشان می دهند که زیاد شدن تنش رطوبتی سبب کاهش پتانسیل آب برگ می شود.

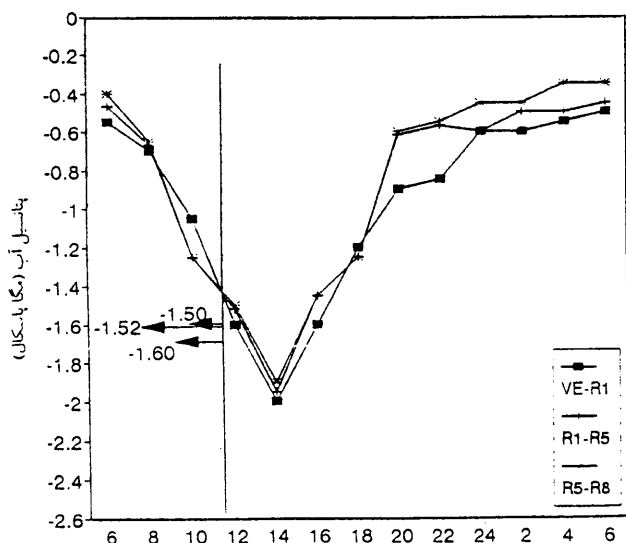
امین پور (۲) در گیاه زیره سبز گزارش نمود که به علت انطباق فیزیولوژیک در گیاهان تحت تنش، سبب شده که سلولهای محافظ



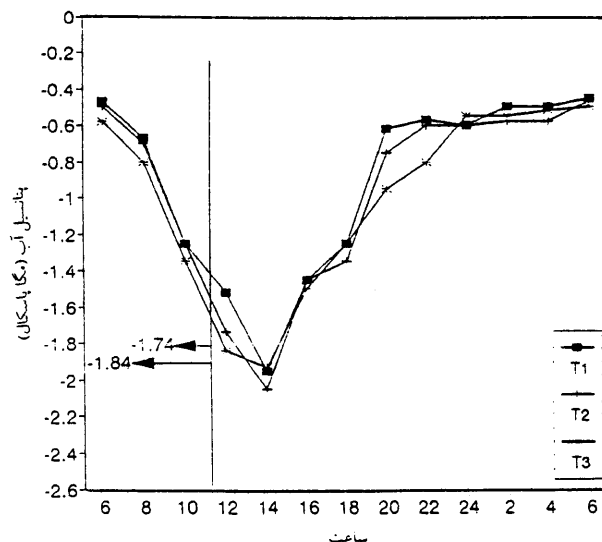
شکل ۳ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحله آغاز دانه بندی تا رسیدگی فیزیولوژیک لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۱ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحله سبز شدن تا گلدهی لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۴ - تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T1 در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)



شکل ۲ - اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر روند تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در مرحله گلدهی تا آغاز تشکیل دانه لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)

آب در برگ و در روز قبل از آبیاری را داراست. بویر (۱۷) گزارش کرد که پتانسیل آب برگ در طی رشد زایشی واکنش کمتری نسبت به رشد رویشی در شرایط تنش رطوبتی دارد.

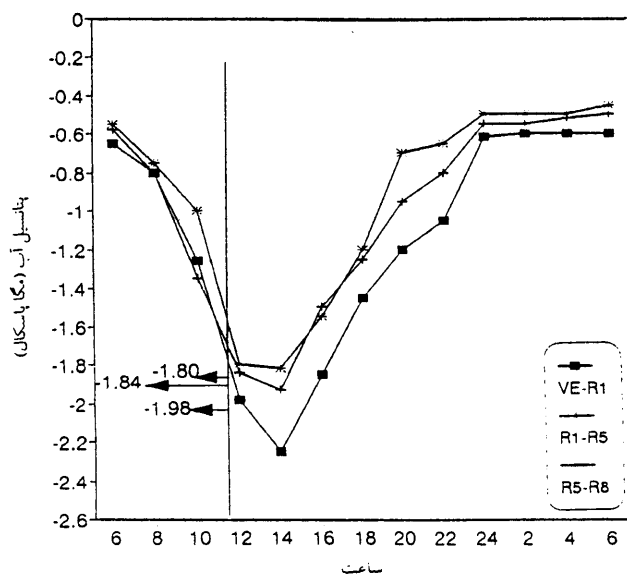
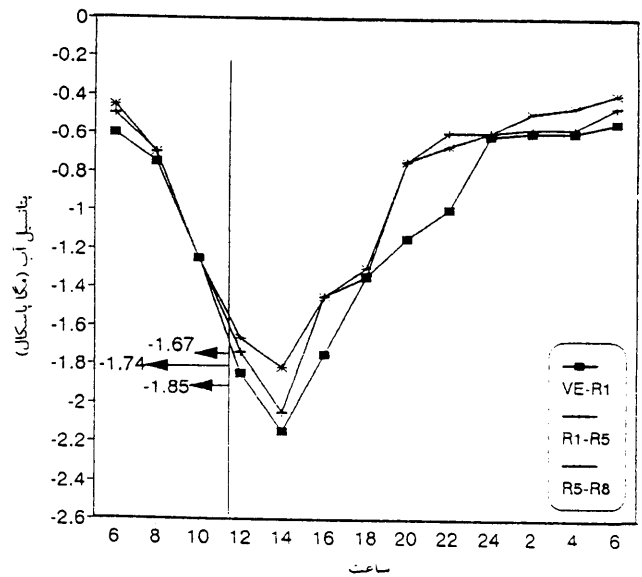
(د) مقایسه طشت تبخیر و آتمومتر

بر اساس آمار تبخیر روزانه اندازه گیری شده از طشت تبخیر

پتانسیل آب در تیمار شاهد و تنش شدید رطوبتی وجود ندارد. همچنین در مرحله نمو گلدهی تا ابتدای غلاف دهی، به دلیل این که در رژیم تنش رطوبتی آب محدودکننده است این رژیم رطوبتی حداکثر پتانسیل آب در برگ لوبیا را دارد و در مرحله نمو غلاف دهی تا رسیدگی در اواسط روز رژیم تنش رطوبتی حداکثر پتانسیل

جدول ۲- تخمین زمان آبیاری در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی

مرحله نمو	پتانسیل آب (مگاپاسکال) طلوع	پتانسیل آب (مگاپاسکال) ظهر	تبخیر از طشت (میلی متر)	تبخیر از آتمومتر (سانتی متر)
VE-R ₁	-۰/۵۷	-۱/۸۵	۷۰	۲۱/۶
R1-R _۵	-۰/۴۷	-۱/۷۴	۷۰	۲۱/۶
R5-R _۸	-۰/۴۰	-۱/۶۷	۷۰	۲۱/۶
VE-R8	-۰/۴۸	-۱/۷۵	۷۰	۲۱/۶

شکل ۶- تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T_۳ در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)شکل ۵- تغییرات شبانه روزی پتانسیل آب برگ در تیمار آبیاری T_۲ در مراحل مختلف نمو لوبیا چیتی (یک روز قبل از آبیاری)

لوبیا چیتی در منطقه اصفهان تنظیم شده است. بر این اساس، می توان چنین استنباط نمود که به طور کلی آبیاری لوبیا چیتی باید زمانی انجام شود که پتانسیل آب در برگ در موقع طلوع و ظهر به ترتیب -۰/۴۸ و -۱/۷۵ مگاپاسکال باشد که این مقادیر منطبق بر حدود ۷۰ میلی متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس A و یا ۲۱/۶ سانتیمتر تبخیر از آتمومتر نوع پیچ می باشد. در صورتی که استفاده از دستگاه کپسول فشاری امکان پذیر باشد زمان آبیاری بر اساس پتانسیل آب برگ در ظهر خورشیدی تعیین می شود و در صورت عدم امکان استفاده از این دستگاه می توان زمان آبیاری را براساس آتمومتر نوع پیچ تخمین زد.

و آتمومتر نوع پیچ سفالی و تحلیل داده ها، معادله رگرسیون زیر به دست آمد:

$$E_{pan} = 3/1 (1 + E_a) \quad (3)$$

که:

E_{pan} = تبخیر از طشت تبخیر کلاس A، میلی متر در روز

E_a = تبخیر از آتمومتر، سانتیمتر در روز

این رابطه در سطح یک درصد معنی دار است و ضریب تشخیص آن ۰/۸۲ می باشد.

ه) تخمین زمان آبیاری براساس آتمومتر پیچ و پتانسیل آب در برگ
باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق، جدول ۲ برای آبیاری

و) اثر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد

هکتار و شاخص برداشت ۴۵/۵، ۴۱ و ۳۷ درصد به دست آمد. همچنین تأخیر در کاشت از هفتم خرداد به هفتم تیر ماه عملکرد دانه را از ۳/۳۵۳۰ به ۱/۲۴۸۴ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک را از ۲/۸۲۵۷ به ۵۵۳۵ کیلوگرم در هکتار کاهش و شاخص برداشت را از ۸/۴۲ به ۹/۴۴ درصد افزایش داد.

اثر تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار است. متوسط عملکرد دانه در تیمارهای T₁، T₂ و T₃ به ترتیب ۳۵۸۵/۱، ۳۵۱۰/۵ و ۱۹۲۵/۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۷۸۸۰/۶، ۷۶۰۸/۶ و ۵۱۹۹ کیلوگرم در

مراجع مورد استفاده**REFERENCES**

- ۱- آقامیری، س. ع. ۱۳۷۲. اثرات آرایش کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی لویاچیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۱ صفحه.
- ۲- امین پور، ر. ۱۳۷۴. اثرات دفعات آبیاری بر پتانسیل آب، عملکرد و اجزای عملکرد دانه زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- توکلی، ح. م. کریمی و س. ف. موسوی. ۱۳۶۸. اثرات رژیمهای مختلف آبیاری بر رشد رویشی و زایشی ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۰، شماره های ۳ و ۴. صفحات ۱ الی ۹.
- ۴- خدامباشی، م. م. کریمی و س. ف. موسوی. ۱۳۶۶. اثرات رژیمهای آبیاری بر رشد رویشی و زایشی دو رقم سویا. گزارش علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، شماره ۱۰۲، ۱۹ صفحه.
- ۵- خلیلی، ع. هواشناسی (جزوه درسی). دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۶- خواجه پور، غ. غ. ۱۳۷۰. بررسی اثرات رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لویاسفید (لاین آزمایشی ۱۱۸۰۵). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۷ صفحه.
- ۷- خواجه پور، م. ر. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.
- ۸- زینلی قلی آباد، ا. ۱۳۷۴. اثرات رژیمهای آبیاری و سطوح ازت سرک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لویاچیتی (لاین آزمایشی ۱۱۸۱۶). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۰۳ صفحه.
- ۹- سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.
- ۱۰- علیزاده، ا. ۱۳۶۹. رابطه آب، خاک و گیاه (ترجمه). انتشارات جاوید مشهد.
- ۱۱- فرجی، ا. ۱۳۷۴. هوا و اقلیم شناسی. انتشارات دانشگاه هوایی.
- ۱۲- کریمی، م. هوا و اقلیم شناسی (جزوه درسی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۱۳- مالک، ا. ۱۳۷۱. شناخت و سنجش سازه های جوی مؤثر در کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۱۴- نجمایی، م. ۱۳۶۹. هیدرولوژی مهندسی، جلد اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
15. Adjei - Twum, D.C. and W.E. Splittstoesser. 1976. The effect of soil water regimes on leaf - water potential, growth and development of soybeans. *Plant Physiol.* 38 : 131-137.
16. Bonanno, A.R. and H.J. Mack. 1973. Water relations and growth of snap beans as influenced by differential irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 : 837-844.
17. Boyer, J.S. 1967. Leaf water potentials measured with a pressure chamber. *Plant Physiol.* 42 : 133-137.
18. Boyer, J.S. 1967. Differing sensitivity of photosynthesis low leaf water potentials in corn and soybean.

Plant Physiol. 42 : 236-239.

19. Brady, R.A., W.L. Powers, L.R. Stone and S.M. Golts. 1994. Relation of soybean leaf water potential to soil water potential. Agron. J. 66 : 795-798.
20. Brown, K.F., M. McGowan and M.J. Armstrong. 1987. Response of the components of sugar leaf water potential to a drying soil profile. J. Agric. Sci. Camb. 109 : 437-444.
21. Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1980. Stages of soybean development. Iowa Crop. Ext. Serv. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spc. Re. 80.
22. Gandar, P.W. and C.B. Tanner. 1976. Leaf growth, tuber growth, and water potential in potatoes. Crop Sci. 16 : 534-538.
23. Kanemasu, E.T. and C.B. Tanner. 1969. Stomatal diffusion resistance of snap beans. I. Influence of leaf - water potential. Plant Physiol. 44 : 1547-1552.
24. Sivakumar, M.V.K. and R.H. Shaw. 1978. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans. Agron. J. 70 : 619-622.
25. Sojka, R.E., H.D. Scott, J.A. Ferguson and E.M. Rutledge. 1977. Relation of plant water status to soybean growth. Soil Sci. 123 : 182-187.

Determination of Pinto Bean Irrigation Scheduling Based on Piche Atmometer and its Adjustment with Leaf Water Potential

M. MAHLUJI M. KARIMI AND S. F. MOUSAVI

MSc. Isfahan Agricultural Research Center Former Associate Professor ,

Agronomy Dept., Faculty of Agriculture, Isfahan University of

Technology Professor Irrigation Dept., Faculty of

Agriculture Isfahan University of Technology

Accepted Sep. 29, 1999

SUMMARY

To determine irrigation scheduling of pinto bean and evaluation of its planting date, a study was conducted with statistical split-plot design with four replications at Isfahan University of Technology Research Station in Shervedan, Falavarjan. The main plots were three irrigation treatments of T1 to T3 (irrigation after 50 ± 3 , 70 ± 3 and 90 ± 3 mm evaporation from class A pan evaporation, respectively) and the subplots were two planting dates of May 28 and June 28. A Piche atmometer was also used to measure daily evaporation. Leaf water potential was measured using pressure bomb method, at sunrise and noon before each irrigation. Leaf water potential was also measured, hourly from sunrise to sunrise of the day before irrigation at each stage of development. At physiological maturity, the grain yield, grain yield components and biological yield were measured and harvest index was calculated. The results showed that class A pan evaporation and Piche atmometer were correlated ($R^2 = 0.82$) by the following equation:

$E_{pan} = 3.1 \times (1 + E_a)$. Leaf water potential at sunrise and solar noon of the day before irrigation were about - 0.5 and - 1.75 Mpa, respectively. There was no significant difference between grain yield of T1 (3585.1 kg/ha) and T2 (3510.5 kg/ha) treatments. Treatment T3 had 1925.8 kg/ha grain yield which was the lowest among the treatments. Thus, irrigation after 70 mm evaporation from class A pan was the best schedul. Also, delay in planting date caused grain yield reduction from 3530.3 kg/ha to 2484.1 kg/ha. The harvest index of T1 to T3 treatments were 45.5, 41 and 37%, respectively.

Key Words: Growing degree days, Biological yield, Evaporation pan, Water potential in leaf